

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-051255

(43)Date of publication of application : 25.02.1994

J1040 U.S. PRO  
10/061307

02/04/02

(51)Int.Cl.

G02F 1/09  
G02F 1/09

(21)Application number : 04-205044

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 31.07.1992

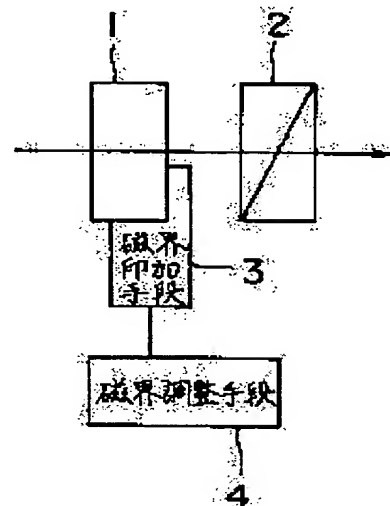
(72)Inventor : FUKUSHIMA NOBUHIRO

## (54) OPTICAL ATTENUATOR

## (57)Abstract:

PURPOSE: To provide an optical attenuator which can achieve a required attenuation rate without using mechanical movable parts.

CONSTITUTION: An optical attenuator comprises a magneto-optical crystal 1; a polarizer 2; magnetic field application means 3 for applying first and second magnetic fields of different directions to the magneto-optical crystal 1 in such a way that the intensity of the combined magnetic fields exceeds a predetermined value; and magnetic field adjustment means 4 for varying the intensity of at least either one of the first and second magnetic fields.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 06.06.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2815509

[Date of registration] 14.08.1998

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office



(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-51255

(43)公開日 平成6年(1994)2月25日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>  
G 0 2 F 1/09

識別記号  
5 0 2  
5 0 5

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数11(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平4-205044

(22)出願日 平成4年(1992)7月31日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72)発明者 福島 暢洋

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74)代理人 弁理士 松本 昂

(54)【発明の名称】 光アッテネータ

(57)【要約】

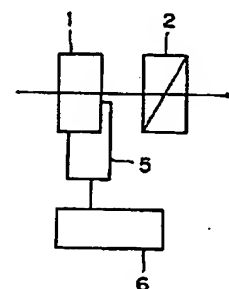
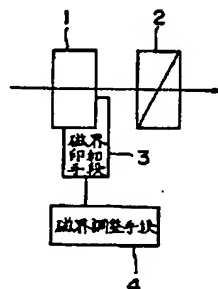
【目的】本発明は光アッテネータに関し、機械的可動部分を用いることなしに所要の減衰率を得ることができる光アッテネータの提供を目的とする。

【構成】磁気光学結晶1と、偏光子2と、互いに異なる方向の第1及び第2磁界を合成磁界の強さが所定値を超えるように磁気光学結晶1に対して印加する磁界印加手段3と、第1及び第2磁界の強さの少なくとも一方を変化させる磁界調整手段4とから構成する。

本発明の原理説明図

(A)

(B)



1 : 磁気光学結晶

2 : 偏光子

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光の伝搬経路内に設けられた磁気光学結晶(1)と、  
該磁気光学結晶(1)の上記光の伝搬方向下流側に設けられ、特定の偏光方向の光を通過させる偏光子(2)と、  
互いに異なる方向の第1及び第2磁界を合成磁界の強さが所定値を超えるように上記磁気光学結晶(1)に対して印加する磁界印加手段(3)と、  
上記第1及び第2磁界の強さの少なくとも一方を変化させる磁界調整手段(4)とを備えたことを特徴とする光ア

ッテネータ。  
【請求項2】 上記第1及び第2磁界は上記光の伝搬方向を含む平面内の互いに直交する方向に印加されることを特徴とする請求項1に記載の光アッテネータ。

【請求項3】 上記磁界印加手段(3)は上記第1及び第2磁界をそれぞれ印加する電磁石及び永久磁石であり、  
上記磁界調整手段(4)は上記電磁石を駆動する電流を調整することを特徴とする請求項2に記載の光アッテネータ。

【請求項4】 上記第2磁界は上記光の伝搬方向と平行に印加されることを特徴とする請求項3に記載の光アッテネータ。

【請求項5】 上記第1及び第2磁界は上記光の伝搬方向に対して概略45°傾斜した方向に印加されることを特徴とする請求項3に記載の光アッテネータ。

【請求項6】 上記磁界印加手段(3)は上記第1及び第2磁界をそれぞれ印加する第1及び第2の電磁石であり、  
上記磁界調整手段(4)は上記第1及び第2の電磁石を駆動する電流の少なくとも一方を調整することを特徴とする請求項2に記載の光アッテネータ。

【請求項7】 上記所定値は上記磁気光学結晶(1)のファラデー回転角が飽和するのに必要とされる磁界の強さであることを特徴とする請求項1に記載の光アッテネータ。

【請求項8】 上記磁気光学結晶(1)におけるファラデー回転角は $2n\pi$  ( $n$ は自然数)よりも大きく設定されることを特徴とする請求項1に記載の光アッテネータ。

【請求項9】 第1の光ファイバ(41)と、該第1の光ファイバ(41)から出射した光を平行ビームにする第1のレンズ(43)と、該第1のレンズ(43)からの平行ビームを偏光方向が互いに直交する第1及び第2ビームに分離するテーパー状の第1の複屈折結晶(44)とをさらに備え、  
該第1の光ファイバ(41)、第1のレンズ(43)及び第1の複屈折結晶(44)は該第1の複屈折結晶(44)からの上記第1及び第2ビームが上記磁気光学結晶に入射するように配置され、

上記偏光子は、  
上記磁気光学結晶によりファラデー回転された上記第1及び第2ビームを、それぞれ、偏光方向が互いに直交す

る第3及び第4ビームに分離し並びに偏光方向が互いに直交する第5及び第6ビームに分離するテーパー状の第2の複屈折結晶(45)と、  
第2のレンズ(46)と、  
第2の光ファイバ(47)とを含み、  
該第2の複屈折結晶(45)、第2のレンズ(46)及び第2の光ファイバ(47)は、該第2の複屈折結晶からの上記第3乃至第6ビームのうちの互いに平行ないずれか2つのビームが上記第2のレンズ(46)により収束されて上記第2の光ファイバ(47)に入射するように配置されることを特徴とする請求項1に記載の光アッテネータ。

【請求項10】 上記第1の複屈折結晶(44)の光学軸と上記第2の複屈折結晶(45)の光学軸は互いに平行であることを特徴とする請求項9に記載の光アッテネータ。

【請求項11】 第1の光ファイバ(51)と、該第1の光ファイバ(51)から出射した光を平行ビームにする第1のレンズ(52)と、該第1のレンズ(52)からの平行ビームを互いに平行で且つ偏光方向が互いに直交する第1及び第2ビームに分離する平行平板状の第1の複屈折結晶(53)とをさらに備え、

該第1の光ファイバ(51)、第1のレンズ(52)及び第1の複屈折結晶(53)は該第1の複屈折結晶(53)からの上記第1及び第2ビームが上記磁気光学結晶に入射するように配置され、

上記偏光子は、  
上記磁気光学結晶によりファラデー回転された上記第1及び第2ビームを、それぞれ、互いに平行で且つ偏光方向が互いに直交する第3及び第4ビームに分離し並びに互いに平行で且つ偏光方向が互いに直交する第5及び第6ビームに分離する平行平板状の第2の複屈折結晶(54)と、

第2のレンズ(55)と、  
第2の光ファイバ(56)とを含み、  
該第2の複屈折結晶(54)、第2のレンズ(55)及び第2の光ファイバ(56)は、該第2の複屈折結晶(54)からの上記第3乃至第6ビームのうちの互いに一致するいずれか2つのビームが上記第2のレンズ(55)により収束されて上記第2の光ファイバ(56)に入射するように配置されることを特徴とする請求項1に記載の光アッテネータ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は磁気光学結晶を備えてなる光アッテネータに関する。光通信システムについて実験や調整を行う場合に、システムを構成している装置のいづれかに入力する光の強度レベルを調整するために、光アッテネータが使用されることがある。従来、光アッテネータとしては、減衰率を機械的に変化させるようにしたもの知られている。もし、光アッテネータをその減衰率が制御の対象の一つになるようにシステムに組み込んで使用するとすれば、システムの信頼性を高めるた

めに、機械的な可動部分がない光アッテネータの実用化が望まれる。

#### 【0002】

【従来の技術】従来実用化されている光アッテネータとしては、機械的な動作によって減衰率を変化させるようにしたものがある。例えば、光路中に挿入される減衰膜の減衰率に分布をもたせておき、この減衰膜を変位させることで減衰率が調整される。

#### 【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、このような光アッテネータをその減衰率が制御の対象となるような制御システムに組み込んで使用することが実用上要求される場合がある。例えば、希土類元素がドーパされた光ファイバに信号光及び励起光を導波させて信号光の増幅を行うようにした光増幅器において、所要の特性（例えばS/N等）を得るために、信号光及び／又は励起光のパワーをモニタレベルに応じて制御する場合である。

【0004】このような場合、機械的に減衰率を調整する光アイソレータの使用は、制御システムの信頼性を確保する上で避けるべきである。本発明の主たる目的は、機械的可動部分を有しない光アッテネータを提供することである。

【0005】本発明の他の目的は以下の説明から明らかになる。

#### 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の光アッテネータは、光の伝搬経路内に設けられた磁気光学結晶と、該磁気光学結晶の上記光の伝搬方向下流側に設けられ、特定の偏光方向の光を通過させる偏光子と、互いに異なる方向の第1及び第2磁界を合成磁界の強さが所定値を超えるように上記磁気光学結晶に対して印加する磁界印加手段と、上記第1及び第2磁界の強さの少なくとも一方を変化させる磁界調整手段とを備える。

#### 【0007】

【作用】図1は本発明の原理を説明するための図である。図1(A)において符号1乃至4はそれぞれ前述の磁気光学結晶、偏光子、磁界印加手段及び磁界調整手段を表しており、図1(A)のブロック図により特定される構成は請求項1により特定される光アッテネータに相当している。

【0008】一方、図1(B)は、図1(A)に示された磁気光学結晶1及び偏光子2を用いて比較的容易に発想し得る、機械的可動部分を有しない光アッテネータの構成を示すブロック図である。図1(B)において、符号5は磁気光学結晶1に対して光の伝搬方向と同じ方向に磁界を印加する手段を表しており、符号6はこの磁界の強さを調整する手段を表している。

【0009】図1(B)の光アッテネータが現実に提案されているか否かは不明ではあるが、図1(A)における磁界印加手段3及び磁界調整手段4による作用を説明

する上で有用と思われるのでこれを例示した。

【0010】一般に、磁気光学結晶にある磁界（磁場）を印加した状態で、つまり磁気光学結晶をある磁界の中においた状態で、直線偏光が磁気光学結晶内を通過すると、その偏光方向（直線偏光の電場ベクトルを含む平面の伝搬方向と垂直な平面への投影）は、伝搬方向にかかわらず常に一定の回転方向に回転される。

【0011】この現象はファラデー回転と称され、偏光方向の回転角の大きさ（ファラデー回転角）は、印加磁界により生じた磁気光学結晶の磁化の方向及び強さに依存する。具体的には、ファラデー回転角度は磁気光学結晶の磁化の強さの光の伝搬方向の成分の大きさによって決定される。

【0012】さて、磁気光学結晶と偏光子とを組み合わせた構成において、磁気光学結晶におけるファラデー回転角を調整すると、偏光子から出力される光の振幅をファラデー回転角に応じて変化させることができるので、この構成は直線偏光に対する光アッテネータを実現する上で有用である。

【0013】図1(B)の構成によると、手段6により印加磁界の大きさを調整して、一見すると、磁気光学結晶1におけるファラデー回転角度を有効に調整することができそうである。しかし、ここで考慮しておくべき点は、印加磁界の大きさが比較的小さい場合には、印加磁界による磁気光学結晶1の磁化が飽和状態に達せず、磁気光学結晶1内に多数の磁区が存在していることである。

【0014】このような多数の磁区の存在は、光アッテネータにおける減衰率の再現性を悪化させるし、良好な再現性が確保されているとしても減衰率の連続的な可変を困難にする。また、磁気光学結晶1に多数の磁区がある場合には、各磁区間の界面における光の散乱による減衰も生じ、実用上の不都合となる。

【0015】本発明によると、合成磁界の強さが所定値を超えるように磁界印加手段3が磁気光学結晶1に対して第1及び第2磁界を印加するようにしているので、磁気光学結晶1における磁化の強さを常に飽和させておくことができ、多数の磁区が存在による上記不都合を排除することができる。尚、磁気光学結晶において磁化の強さが飽和した状態は、磁区が一つになった状態として理解することができる。

【0016】また、本発明の構成によると、磁界調整手段4により第1磁界の強さ及び第2磁界の強さの少なくとも一方を変化させるようにしているので、これにより第1及び第2磁界の合成磁界の方向を変えることができる。合成磁界の方向が変わると、これに伴い磁気光学結晶1における磁化の方向も変わり、その結果、磁化の強さが飽和して一定であるにもかかわらず、磁化の強さの光伝搬方向の成分が変わり、結局磁気光学結晶1におけるファラデー回転角が変化するのである。

【0017】このように本発明によると、機械的可動部分がなく、しかも図1(B)の構成に比べて再現性が良好で実用性に優れた光アッテネータの提供が可能になる。

【0018】

【実施例】以下本発明の実施例を説明する。図2は本発明の第1実施例における光アッテネータの構成図である。この光アッテネータは、ファラデー回転子11と偏光子12を備えている。偏光子12は例えばگران・トムソンプリズムである。

【0019】ファラデー回転子11は、磁気光学結晶13と、磁気光学結晶13に対して互いに直交する方向に磁界を印加する永久磁石14及び電磁石15と、電磁石15に駆動電流を与える可変電流源16とからなる。

【0020】光ビームが透過するのに十分な程度の厚みの比較的薄い磁気光学結晶13を用いることによって、飽和磁界（磁気光学結晶の磁化を飽和させ或いはファラデー回転角を飽和させるのに必要とされる磁界の強さ）を小さくすることができる。磁気光学結晶13としては、薄く切り出したYIG（イットリウム・鉄ガーネット）やエピタキシャル結晶成長させた（GdBi）、（FeAlGa）、 $O_2$ 等を用いることができる。

【0021】永久磁石14により磁気光学結晶13に印加される磁界の方向は磁気光学結晶13における光ビーム17の透過方向と平行であり、電磁石15による磁気光学結晶13に印加される磁界の方向は磁気光学結晶13における永久磁石14による磁界印加方向及び光ビーム17の透過方向に垂直である。

【0022】磁気光学結晶13に入射させる光ビーム17は直線偏光であり、その偏光方向はファラデー回転子11によりファラデー回転させられる。磁気光学結晶13を透過した光は、偏光子12で互いに偏光方向が直交する2つの偏光成分のうちの一方の偏光成分を取り出され、これがこの光アッテネータの光出力となる。

【0023】永久磁石14及び電磁石15による合成磁界の強さは、磁気光学結晶13における飽和磁界よりも常に大きくなるように設定される。その理由は前述した通りである。また、可変電流源16の可変範囲は、磁気光学結晶13から出射する光の偏光方向を、この光アッテネータの光出力の偏光方向に一致する方向と該方向に直交する方向の間で調整し得るような範囲に設定される。

【0024】以下の説明で用いるXYZ直交三次元座標系において、Z軸は磁気光学結晶13の透過光の伝搬方向と平行であり、Y軸は磁気光学結晶13の厚み方向と平行である。即ち、この例では、永久磁石14による印加磁界の方向はZ軸に平行であり、電磁石15による印加磁界の方向はX軸に平行である。

【0025】図3は、図2に示されたファラデー回転子11において磁気光学結晶13に与えられる磁界及び磁

気光学結晶13の磁化の方向及び強さ（大きさ）を説明するための図である。

【0026】いま、永久磁石14のみによって磁気光学結晶13に符号101で示されるように磁界が印加されている場合、磁気光学結晶13の磁化は符号102で示すようにZ軸と平行になる。このときの印加磁界の強さ（磁界ベクトル101の長さ）は、磁気光学結晶13の磁化の強さ（磁化ベクトル102の長さ）が飽和するように設定される。そして、例えば、この状態で光アッテネータの透過率が最大になるようなファラデー回転角が得られているものとする。

【0027】電磁石15による磁界が符号103で示されるようにX軸に平行に印加されると、合成磁界は符号104で示されるように磁界ベクトル101及び103の合成ベクトルとなる。この合成磁界104により磁気光学結晶13には符号105で示されるような磁化が生じる。磁化ベクトル105と磁界ベクトル104は平行であり、磁化ベクトル105の長さは磁化ベクトル102の長さに一致する。

【0028】磁気光学結晶13の磁化の強さが一定であるからといって、磁気光学結晶13におけるファラデー回転への寄与度が同じであるとは限らない。ファラデー回転角が当該磁化の方向と光の伝搬方向の関係にも依存するからである。

【0029】即ち、磁化102が生じている状態と磁化105が生じている状態を比較すると、磁化102のZ成分（磁化102そのもの）に対して磁化105のZ成分106が減少している分だけ、後者のファラデー回転角が小さくなるのである。

【0030】前者の状態において最大透過率が得られるのであるから、後者の状態において最小透過率が得られるようにするためには、つまり後者の状態において光の全成分が偏光子12で除去されるようにするためには、両者の間のファラデー回転角の差を $\pi/2$ （90°）に設定すればよい。

【0031】いま、永久磁石14による磁界101と合成磁界104がなす角を $\theta$ とすると、磁化102と磁化105がなす角も $\theta$ となり、磁化105のZ成分106と磁化102の比は $\cos\theta$ に等しい。

【0032】例えば、永久磁石14によってのみ磁界が印加されているときにおける磁気光学結晶13のファラデー回転角が $2\pi$ に設定されている場合には、 $(1 - \cos\theta)$ が0.25になるように可変電流源16の電流可変幅を設定しておくことによって、最大透過率から最小透過率の全範囲を網羅することができる。同ファラデー回転角が $4\pi$ 及び $8\pi$ である場合には、それぞれ $(1 - \cos\theta)$ の値は0.25/2及び0.25/4で良いことになる。

【0033】従って、最大透過率から最小透過率の全範囲を網羅するための電流可変幅を小さく抑えるために

は、永久磁石14によってのみ磁界が印加されているときのファラデー回転角を $2n\pi$  ( $n$ は自然数)とすると、 $n$ をできるだけ大きくすればよい。尚、説明の便宜上 $n$ が自然数であるとしたが、そうでなくても構わない。 $n$ の値は入射光の偏光方向と偏光子12の固有偏光の方向の關係に応じて設定することができる。

【0034】本実施例によると、最大透過率から最小透過率の全範囲にわたって常に磁気光学結晶13には飽和磁界が印加されているので、磁気光学結晶13に多数の磁区が形成されることに起因する不都合が生じない。また、最大透過率から最小透過率までの全範囲について電気的な調整が可能であるので、応答性が良好で且つ信頼性の高い光アッテネータの提供が可能になる。

【0035】図4は図2に示されたファラデー回転子の變形例を示す図である。このファラデー回転子11'が図2のファラデー回転子11と異なる点は、磁気光学結晶13の相対する対角に互いに平行な平面28及び29を形成し、光ビーム27がこれらの面28及び29を通過するようにしている点である。

【0036】この例では、永久磁石14による磁界の方向と電磁石15による磁界の方向は共に光の伝搬方向に対して概略45°傾斜している。この例では、XYZ直交三次元座標系においてY軸が磁気光学結晶13の厚み方向に平行でZ軸が光の伝搬方向に平行であるとする。

【0037】図5は図4に示されたファラデー回転子における磁界及び磁化の説明図である。電磁石15により印加される磁界は、符号111で示される状態から符号112で示される状態の範囲で強さ及び向きを調整可能である。符号113は永久磁石14による印加磁界を示している。この場合、合成磁界は符号114で表される状態と符号115で表される状態の範囲で強さ及び方向が変化する。

【0038】これに伴い、磁気光学結晶13の磁化も符号116で表される状態から符号117で表される状態の範囲で強さ及び方向が変化する。図から明らかなように、図4のファラデー回転子11'を用いると、電磁石15の駆動電流の可変幅をさほど大きくすることなしに、前述の $\theta$ の可変幅を容易に零から $\pi/2$ の範囲に設定することができる。尚、磁化の強さが最小になる符号118で示される状態(電磁石15による印加磁界が零の状態)でファラデー回転角が十分に飽和するように、永久磁石14による印加磁界が設定される。

【0039】図6は図2のファラデー回転子の他の變形例を示す図である。このファラデー回転子11'が図2のファラデー回転子11と異なる点は、図2の永久磁石14に代えて電磁石31を設け、さらに電磁石31に駆動電流を与える可変電流源32を設けている点である。

【0040】図7は図6のファラデー回転子11'における磁界及び磁化の説明図である。図6の構成によると、電磁石15及び31による印加磁界を調整すること

で合成磁界を符号121乃至124で示すように連続的に且つ飽和磁界を保ったままに変化させることができる。これに伴い、磁気光学結晶13の磁化は符号125乃至128で示すように変化する。

【0041】このように図6の構成によると、図4のような複雑な形状の磁気光学結晶を用いることなしに、前述の $\theta$ の可変範囲を容易に零乃至 $\pi/2$ に設定することができる。

【0042】図8は本発明の第2実施例を示す光アッテネータの構成図である。光ファイバ41と、レンズ43と、テーパー状の複屈折結晶44と、図2のファラデー回転子11と、テーパー状の複屈折結晶45と、レンズ46と、光ファイバ47とが図示しない光源の側からこの順序で配列されている。

【0043】複屈折結晶44及び45の材質は例えばルチルであり、これらの形状は同じである。複屈折結晶44の頂部及び底部はそれぞれ複屈折結晶45の底部及び頂部に対向し且つ対応する面は互いに平行である。また、複屈折結晶44及び45の光学軸は紙面に垂直な平面内にあり、各光学軸の位置関係はアッテネータのゼロ入力時の損失の設定による。以下の説明ではゼロ入力時に損失が最小になるように定めることとし、複屈折結晶44の光学軸と複屈折結晶45の光学軸が互いに平行であるとする。

【0044】光ファイバ41の出射光はレンズ43によりコリメートされて平行光ビームになる。このビームはビーム太さを無視して符号130で表されている。ビーム130は複屈折結晶44においてその常光線に相当するビーム131と異常光線に相当するビーム132に分離される。ビーム131の偏光方向とビーム132の偏光方向は互いに直交している。

【0045】ビーム131及び132はファラデー回転子11で偏光方向をそれぞれ同じ角度だけ回転されそれぞれビーム133及び134になる。ビーム133は複屈折結晶45においてその常光線成分であるビーム135と異常光線成分であるビーム136に分離される。また、ビーム134は複屈折結晶45においてその異常光線成分であるビーム137と常光線成分であるビーム138に分離される。

【0046】ビーム135乃至138がそれぞれ受けてきた屈折の履歴と複屈折結晶44及び45の形状及び配置形態とを考慮すると、ビーム135及び137は互いに平行であり、ビーム136及び138は互いに平行でない。

【0047】従って、ビーム135乃至138のうちビーム135及び137のみをレンズ46により絞り込んで光ファイバ47に入射させることができる。さて、ビーム135及び137のトータルパワーとビーム136及び138のトータルパワーの比は、ファラデー回転子11におけるファラデー回転角に依存する。一方、ファ

ラデー回転子11におけるファラデー回転角が一定である状態においては、ビーム135及び137のトータルパワーは光ファイバ41の出射光の偏光状態には依存しない。

【0048】従って、本実施例によると、減衰率を電気的に且つ連続的に変化させることができしかも入射光の偏光状態が特定の直線偏光に限定されることのない光アッテネータの提供が可能になる。

【0049】図9は本発明の第3実施例を示す光アッテネータの構成図である。光ファイバ51とレンズ52と平行平板状の複屈折結晶53と図2のファラデー回転子11と平行平板状の複屈折結晶54とレンズ55と光ファイバ56がこの順序で図示しない光源の側から配置されている。

【0050】複屈折結晶53及び54は例えばルチルから形成され、これらの厚みは等しい。また、複屈折結晶53の光学軸と複屈折結晶54の光学軸は互いに直交し、且つ、各光学軸はそれぞれ光の進行方向に対して45°傾斜している。

【0051】光ファイバ51の出射光はレンズ52により平行光ビームにコリメートされる。このビームはビーム太さを無視して符号140で表される。ビーム140は複屈折結晶53においてその常光線に相当するビーム141と異常光線に相当するビーム142に分離される。ビーム141及び142は互いに平行であり、ビーム141の偏光方向とビーム142の偏光方向は互いに直交する。

【0052】ビーム141及び142はファラデー回転子11で偏光方向を回転されそれぞれビーム143及び144になる。ビーム143は複屈折結晶54においてその常光線成分に相当するビーム145と異常光線成分に相当するビーム146に分離される。ビーム144は複屈折結晶54においてその常光線成分に相当するビーム147と異常光線成分に相当するビーム148に分離される。

【0053】複屈折結晶53及び54は互いに平行でありこれらの厚みは等しいので、ビーム145はビーム148に一致する。従って、ビーム145乃至148のう

ちビーム145及び148のみをレンズ55により絞り込んで光ファイバ56に入射させることができる。

【0054】さて、ビーム145及び148のトータルパワーとビーム146及び147のトータルパワーの比は、ファラデー回転子11におけるファラデー回転角に依存する。一方、ファラデー回転子11におけるファラデー回転角が一定である状態においては、ビーム145及び148のトータルパワーは光ファイバ51の出射光の偏光状態には依存しない。

【0055】従って、本実施例によると、減衰率を電気的に且つ連続的に変化させることができしかも入射光の偏光状態が特定の直線偏光に限定されることのない光アッテネータの提供が可能になる。

【0056】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によると、機械的可動部分を有しない実用性に優れた光アッテネータの提供が可能になるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理説明図である。

【図2】本発明の第1実施例を示す光アッテネータの構成図である。

【図3】図2における磁界及び磁化の説明図である。

【図4】図2のファラデー回転子の他の構成例を示す図である。

【図5】図4における磁界及び磁化の説明図である。

【図6】図2のファラデー回転子のさらに他の構成例を示す図である。

【図7】図6における磁界及び磁化の説明図である。

【図8】本発明の第2実施例を示す光アッテネータの構成図である。

【図9】本発明の第3実施例を示す光アッテネータの構成図である。

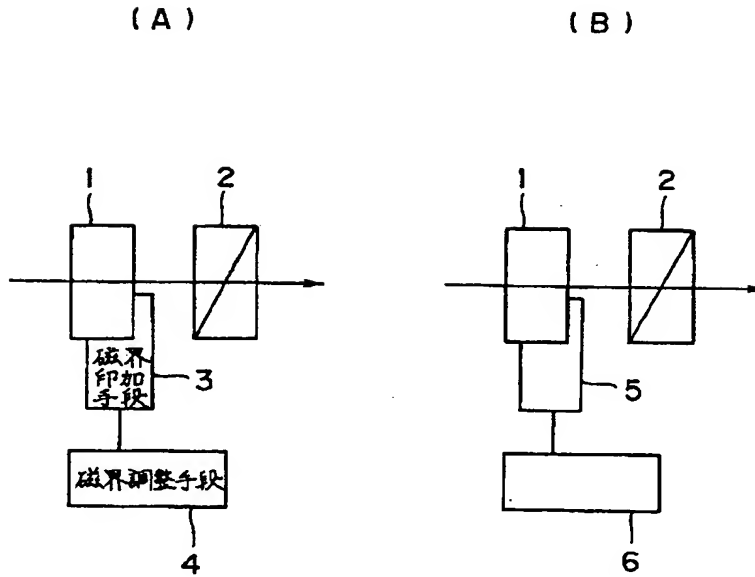
【符号の説明】

- 1, 13 磁気光学結晶
- 2, 12 偏光子
- 3 磁界印加手段
- 4 磁界調整手段



【図1】

## 本発明の原理説明図

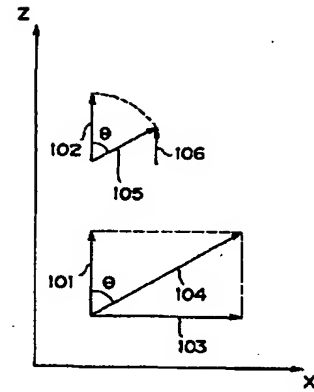


1 : 磁気光学結晶

2 : 偏光子

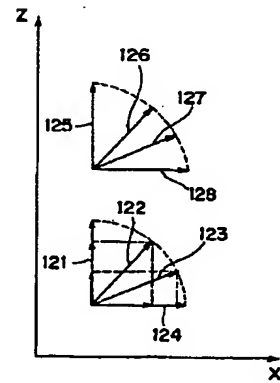
【図3】

図2における磁界及び磁化の説明図



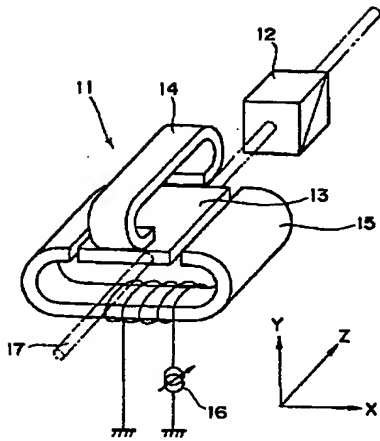
【図7】

図6における磁界及び磁化の説明図



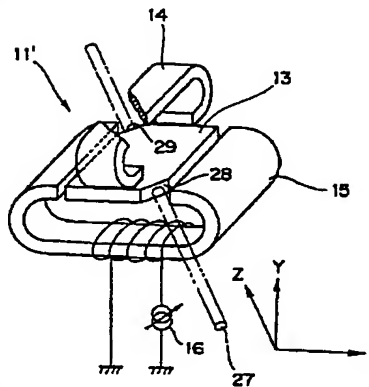
【図2】

第1実施例図



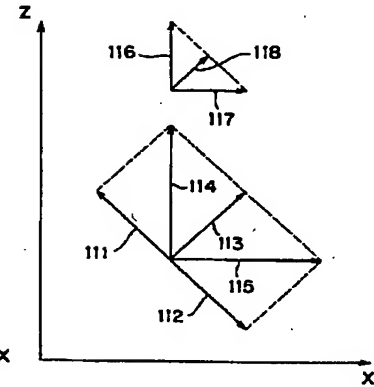
【図4】

ファラデー回転子の他の構成例を示す図



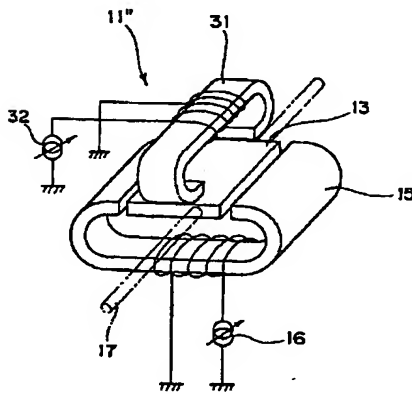
【図5】

図4における磁界及び磁化の説明図



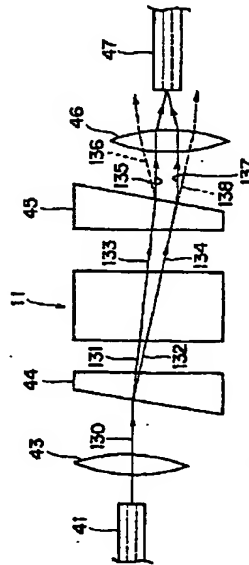
【図6】

ファラデー回転子の更に他の構成例を示す図



【図8】

第2実施例図



【図9】

第3実施例図

